

КЛИМАТ НА ДОЛНОДУНАВСКАТА НИЗИНА В РАЙОНА
СРЕБЪРНА-СИЛИСТРА-КЪЛЪРАШ*Петър Ножаров*

УВОД

Настоящото изследване е извършено в рамките на договор № ОПОС 20-УПРР/17.04.2014 с РИОСВ – Русе, с предмет: „Актуализиране на план за управление на поддържан резерват „Сребърна“ и разработване на план за управление на защитена местност „Пеликаните“, включително и всички необходими геодезически заснемания“. Актуализацията на плана за управление включваше и актуализация на климатичните данни за района. Прегледът на изучеността на района също показва силната нужда от една такава актуализация. На практика липсват регионални изследвания на климата, които да се отнасят за Долнодунавската низина и по-специално за района Сребърна-Силистра-Кълъраш. Съществуват общогеографски регионални изследвания с научен и научнопопулярен характер, които включват и климатична характеристика на района (Д о й к о в, 1965; И ш и р к о в, 1918; М а р и н о в и др., 1953; М а р и н о в, Й о р д а н о в, 1959). Най-подробно изследване от този тип е това на Ж е л е з о в (2007). В него се прави подробна характеристика на климата в Добруджа и Лудогорието, като се разглеждат и данните от станция Силистра. Обхванати са основните климатични елементи – радиация, температури на въздуха и почвата, влажност, валежи, снежна покривка, мъгли, вятър.

Другият тип изследвания, в които частично се разглежда и климатът на района, са общоклиматичните, включително и тези, които правят климатична подялба на България (В е л е в, 1990; Д и м и т р о в, 1968; К и р о в, 1929; К и р о в, К ю ч у к о в а, 1955; Л и н г о в а, 1981; С т а н е в и др., 1991; С ъ б е в, С т а н е в, 1959; Т о п л и й с к и, 2006). В тези разработки при подялбата на България се прави климатична характеристика на отделните класификационни единици, при което се покрива и тази част от Долнодунавската низина. В разглеждането на отделните елементи на климата обикновено се включват и данните за станция Силистра. Нито едно от тези изследвания обаче не излиза извън съвременните граници на страната, което е определен недостатък. Също така базата данни при всички цитирани разработки е стара, имайки предвид, че климатичната система се отличава с голяма динамика във времето.

Оттук произлиза и основната цел на това изследване – актуализация на климатичната характеристика на Долнодунавската низина в района Сребърна-Силистра-Кълъраш. Друга основна цел е съставяне на възможно най-пълна картина на климата в такъв малък район, което досега е направено само частично в Първия план за управление на биосферен резерват „Сребърна“ (Х и б а у м и др., 2000). Основна задача, която ще се реши чрез тази разработка, е проследяване на настъпилите промени в климата в изследваната територия и дали те имат статистически значим характер.

ДАННИ И МЕТОДИ

При характеризирането на климата на района са използвани данни за последния 30-годишен период (1984–2013 г.) от две метеорологични станции – Силистра и Кълъраш, както и сателитни данни за елементи, които не се измерват наземно – различните радиационни потоци (късовълнови и дълговълнови) и облачността. Сателитните данни за последния елемент се приемат, че са по-обективни в сравнение с данните, получени от наблюдател, които съдържат голяма доза субективна преценка на количеството облаци. Сателитните данни включват данни от Surface Radiation Budget на проекта GEWEX (Global Energy and Water Exchanges Project) и имат резолюция от $1 \times 1^\circ$ и съответно са взети стойностите за квадрата ($44-45^\circ\text{N}$ и $27-28^\circ\text{E}$), който покрива изследвания район. Периодът, за който се отнасят тези данни, е малко по-къс – 1984–2007 г. Характеристиката на преобладаващата циркулация е направена на базата на данни за средномесечното приземно атмосферно налягане от NCEP-NCAR Reanalysis data set (1996), която обхваща целия период (1984–2013 г.).

В изследването са използвани основно статистически методи (Wilks, 2006). Изчислени са средните и стандартното отклонение, чрез което се определя има ли статистически значима разлика между различните периоди. Нивото на значимост навсякъде е $p=0,05$. Също така се използва и тренд анализът за определяне наличието на определени тенденции в изследваните климатични елементи.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Изследваният район се намира в най-южната част на умерения климатичен пояс. През различните части на годината в района се проявява както континентално, така и океанско влияние. Въздушни маси от умерения пояс с океански произход се наблюдават предимно през първата половина на годината. Районът е под влияние на Азорския максимум през януари, февруари и септември и на Исландския минимум през март и април. Азорският максимум през зимните месеци води до по-високи температури, но антициклоналното време подчертава локалните различия вследствие на релефа – в ниските части температурите са по-ниски, а по по-високите – по-високи от средното. Валежите като цяло са малко. Влиянието на Исландския минимум през пролетта води до по-голяма динамика на времето, намаляване на локалните различия при отделните климатични елементи и повече валежи. През лятото (юни-август) районът е под

влиянието на Източноевропейския минимум. През последните години обаче (особено след 2000 г.) през този период се усилва влиянието на Иранския минимум, който доставя континентални тропични въздушни маси в района, характеризиращи се с високи температури и слаби валежи. Континентално влияние се наблюдава и в периода октомври – декември, когато районът е в обхвата на Сибирския максимум. Неговите въздушни маси се характеризират с по-ниски от нормалните температури и валежи. Антициклоналното време също така води до подчертаване на локалните различия в климатичните елементи. Като цяло циркулационните фактори обуславят през есента и зимата по-ниски температури на въздуха в по-ниските части и по-високи по възвишенията. Тези различия намаляват силно през пролетта и лятото.

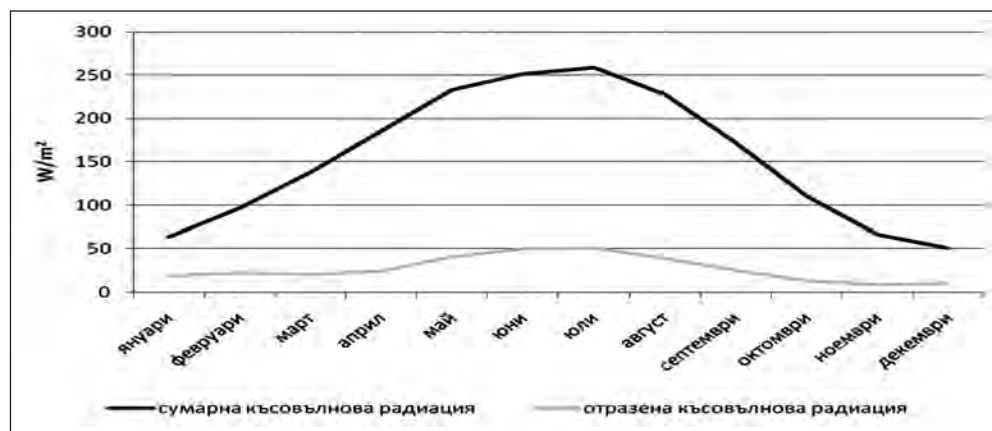
Слънчевото греене в района се измерва само в станция Кълъраш, като данните са от 2005 до 2013 г. (табл. 1). Годишната сума на часовете със слънчево греене е около 2400. При осредняване за по-дълъг период е възможно тази стойност да намалее. Минимумът е през декември (77 часа) като след това сумите се покачват и достигат максимум през юли (360 часа). Следва отново плавно намаляние в съответствие с намалението на височината на слънцето над хоризонта.

Т а б л и ц а 1

Средни месечни стойности на часовете със слънчево греене за периода 2005–2013 г.

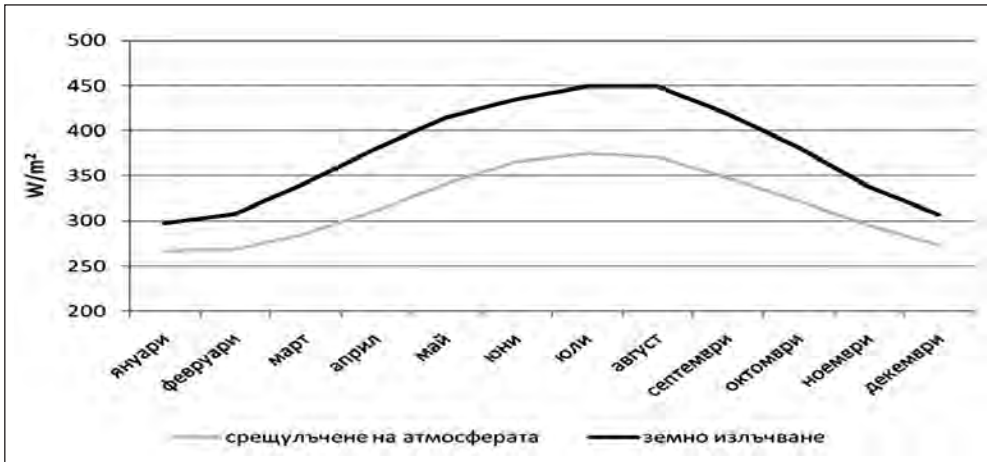
Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годишно
Кълъраш	91	105	158	219	283	301	360	325	225	164	107	77	2416

В изследвания район няма преки наземни измервания на радиационните потоци. Затова са използвани сателитни данни, които обхващат периода 1984–2007 г. Вътрешногодишният ход на сумарната и отразената от земната повърхност късовълнова радиация е показан на фиг. 1. Сумарната (пряка плюс разсея-



Фиг. 1. Вътрешногодишен ход на потоците късовълнова радиация за периода 1984–2007 г.

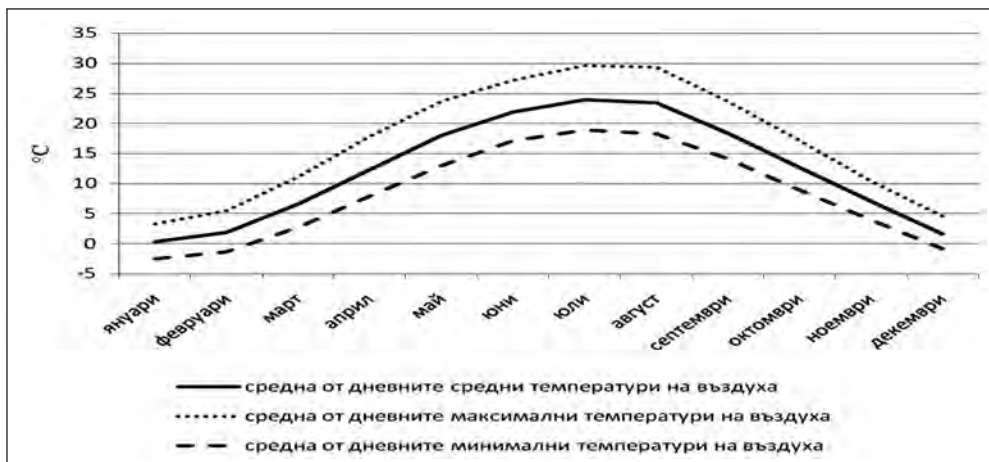
на) късовълнова радиация, която достига земната повърхност в района, е 1855 W/m^2 годишно. Тази стойност е по-ниска от данните, представени в предишни източници (Л и н г о в а, 1981; Ж е л з о в, 2007). Според тези изследвания сумарната радиация в района се движи от 1980 до 2055 W/m^2 . Трябва да се подчертае обаче, че това са оценъчни данни, които се базират на облачността и слънчевото греене. Както ще се види, при облачността съществуват значителни различия между сателитните и наземните измервания, които не могат да се отдадат на различните периоди с измервания, а са резултат от метода на измерване. В този смисъл не може да се твърди, че в изследвания район е настъпило съществено намаление на сумарната слънчева радиация. Трендът за изследвания период (1984–2007 г.) показва едно статистически незначимо увеличение на тази радиация с около $2,3 \text{ W/m}^2$ на година. Минимумът в годишния ход на сумарната радиация е през декември (около 51 W/m^2), а максимумът – през юли (около 259 W/m^2). Отразената от земната повърхност късовълнова радиация е в значително по-малки количества, като зависи от албедото на подстилащата повърхност. Годишната ѝ сума е около 330 W/m^2 , което е около 18 % от сумарната късовълнова радиация. В рамките на изследвания период се наблюдава статистически значимо намаление на тази радиация със стойност от $-2,9 \text{ W/m}^2$ годишно, което показва намаление и на албедото на земната повърхност, след като постъпващата сумарна радиация се увеличава. Този процес се случва основно през месеците от юли до октомври, което означава, че настъпват значими промени в земното покритие, вероятно свързани с промени в селското стопанство. Годишният ход на отразената късовълнова радиация е с максимум през юли (51 W/m^2) и минимум през ноември ($9,4 \text{ W/m}^2$). Има и вторичен минимум през март. Този ход се обуславя от характеристиките на подстилащата повърхност, като през зимата (декември–февруари) наличието на сняг увеличава албедото и съответно стойностите на отразената радиация. Постъпилата късовълнова радиация се използва за нагряване на земната повърхност. Съответно земята също излъчва радиационен поток, който вече е в дълговълновия спектър – земно излъчване. Част от този поток се използва за нагряване на атмосферата, която също излъчва в дълговълновия спектър в посока към земната повърхност – срещулъчене на атмосферата. Данните за тези два потока са показани на фиг. 2. Годишно земното излъчване е около 4522 W/m^2 . Наблюдава се статистически значим тренд на увеличение на този поток с $4,7 \text{ W/m}^2$ годишно. Това е логично с оглед увеличаването на късовълновата сумарна и намалението на късовълновата отразена радиации. Срецулъченето на атмосферата е 3825 W/m^2 . Трендът при него е за статистически незначимо увеличение с $1,3 \text{ W/m}^2$ годишно. Годишният ход и на двата дълговълнови радиационни потока показва максимум през юли и минимум през януари. Земното излъчване определя (на около 90 %) измерваната в станциите температура на въздуха. В този смисъл тенденцията за увеличението му определя и увеличението на температурите на въздуха в изследвания район. Късовълновата радиация е приходен, а дълговълновата радиация е разходен по отношение на земната повърхност компонент. Разликата между двата потока представлява радиационният баланс. Като цяло в рамките на годината районът получава енергия в размер на около 828 W/m^2 . Данните от предишни изследвания (Л и н г о в а, 1981; Т о п л и й с к и, 2006) показват, че радиационният баланс в тази част на страната е около и над 800 W/m^2 . Вижда се,



Фиг. 2. Вътрешногодишен ход на потоците дълговълнова радиация за периода 1984–2007 г.

че стойността за последните 30 години е малко по-висока, като това не означава непременно точно такова повишение поради споменатите вече причини, свързани с начина на изчисляване на радиационния баланс в предишните изследвания. По принцип има тренд през периода 1984–2007 г. за статистически незначимо повишение с $1,8 \text{ W/m}^2$ годишно. Максимумът в получаваната енергия е през юли ($132,7 \text{ W/m}^2$), като юни има много близки стойности (132 W/m^2). Минимумът е през декември ($5,8 \text{ W/m}^2$). Важно е да се отбележи, че през всички месеци от годината радиационният баланс остава положителен.

Средногодишната температура на въздуха в ст. Силистра за периода 1984–2013 г. е $12,3 \text{ }^\circ\text{C}$, докато в Кълъраш е $11,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Тази разлика се дължи основно на месеците от ноември до март, когато по-студеният въздух се задържа в района на Кълъраш и там се измерват по-ниски температури (разликата през януари достига до $0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ в полза на Силистра). Според Климатичния справочник на НР България (1983) за периода 1931–1970 г. средногодишната температура на въздуха в ст. Силистра е била $11,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Вижда се, че има покачване на температурата, което е статистически значимо. Вътрешногодишният ход на средните месечни, средните максимални и средните минимални температури на въздуха е показан на фиг. 3 (ст. Силистра). Максимумът и при трите вида температури е през юли, а минимумът – през януари. Най-топлият месец е със средна температура $24 \text{ }^\circ\text{C}$, средна от максималните $29,6 \text{ }^\circ\text{C}$ и средна от минималните $18,9 \text{ }^\circ\text{C}$. Най-студеният месец е със средна температура $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$, средна от максималните $3,3 \text{ }^\circ\text{C}$ и средна от минималните $-2,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Разликата между средните масимални и минимални температури на въздуха е най-голяма през август и най-малка през декември. Ако се сравнят данните за средните максимални и минимални температури на въздуха с тези от Климатичния справочник, които се отнасят за периода 1931–1970 г., ще се видят определени разлики. При средните максимални температури има покачване с $2,1 \text{ }^\circ\text{C}$ през януари и $0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ през юли. При средните минимални температури има покачване с $2,3 \text{ }^\circ\text{C}$ през януари и $1,4 \text{ }^\circ\text{C}$ през юли. Открояват се ясни тенденции на статистически значимо покачване

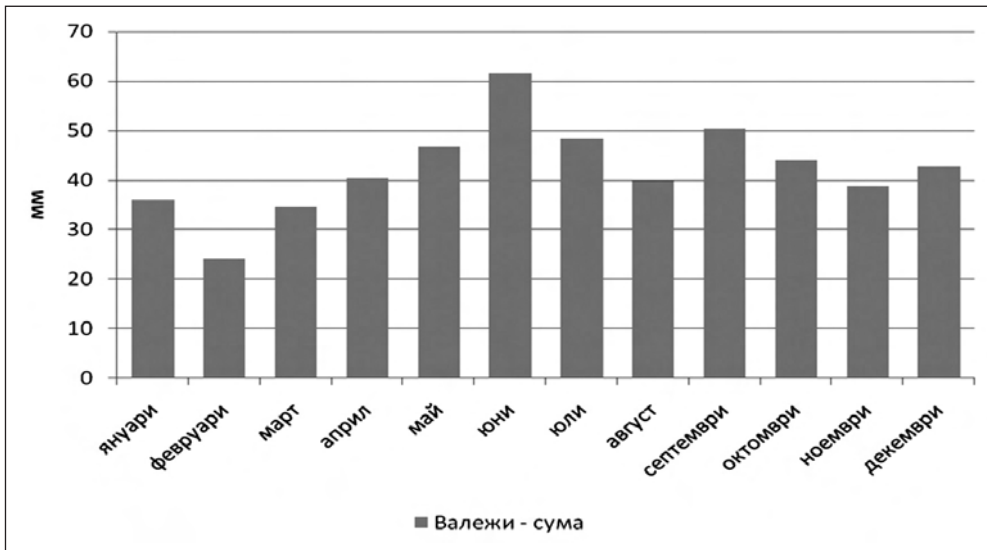


Фиг. 3. Втрешногодишен ход на различните видове температури на въздуха в ст. Силистра за периода 1984–2013 г.



Фиг. 4. Ход и тренд на средногодишната температура на въздуха в ст. Силистра за периода 1984–2013 г.

на температурите през януари, а също така и на по-голямо покачване на минималните температури на въздуха (и през двата месеца стойностите са статистически значими). Годишната амплитуда на температурата на въздуха е $23,7^{\circ}\text{C}$ ($24,7^{\circ}\text{C}$ за периода 1931–1970 г.). Това намаление на амплитудата се случва благодарение на по-бързото нарастване на средноянуарската температура в сравнение със средноюлската. На фиг. 4 е показан трендът на средногодишната температура на въздуха за периода 1984–2013 г. Наблюдава се едно постоянно покачване на температурата с темп от $0,5^{\circ}\text{C}/\text{десетилетие}$, който за 30-годишния



Фиг. 5. Годишен ход на валежните суми в ст. Кълъраш за периода 1984–2013 г.

период е статистически значим. С подобни темпове се покачват също така и средните минимални и средните максимални температури.

Началото на вегетационния период на растенията е, когато температурата на въздуха се задържи устойчиво над 5 °С. В района началото на този период е средно около 07.03, а краят му – около 24.11. Продължителността е 262 дена. В сравнение с предишния план за управление (2000) се вижда, че началната дата се измества по-напред с 5 дена, докато крайната дата се измества също напред с 2 дена. Като цяло продължителността на периода се увеличава с 3 дена. Активната вегетация при растенията започва, когато температурата на въздуха се задържи устойчиво над 10 °С. Началото на този период е средно около 04.04, а краят – около 30.10. В тези рамки продължителността му е 209 дена.

Годишната сума на валежите в района е около 500–510 mm (ст. Кълъраш – 508 mm, и ст. Силистра с непълнен период около 500 mm). Според Климатичния справочник на НР България, т.5 (1990), който покрива периода 1931–1985 г. средногодишният валеж в станция Силистра е 500 mm, т.е. практически няма разлика между двата периода. Разпределението на валежните суми по месеци в ст. Кълъраш за периода 1984–2013 г. е показано на фиг. 5. В течение на годината се наблюдават три максимума на валежите, като главният е през юни (61,6 mm). Другите максимума са през септември (50,4 mm) и декември (42,9 mm). Съответно има и три минимума във валежите, като главният е през февруари (24,3 mm), другите са през август (39,8 mm) и ноември (38,8 mm). Сравнението с по-стария период показва някои съществени разлики в годишния ход на валежите в района. Докато основният минимум и максимум се запазват, в някои месеци валежите се променят чувствително. Такъв е примерно септември, когато има значимо нарастване на валежните суми (с близо 20 mm), и от вторичен минимум той се превръща във вторичен максимум. Ноември пък от вторичен максимум се превръща във вторичен минимум (спад на сумите с



Фиг. 6. Ход и тренд на годишната валежна сума в ст. Кълъраш за периода 1984–2013 г.

8 mm). Трендът във валежните суми за изследвания период е показан на фиг. 6. Наблюдава се сериозно увеличение на валежите от около 400 на 600 mm. Трябва да се отбележи, че началото на периода (1984–1994 г.) се характеризира с продължителна суша и с количества валежи под нормата, което оказва влияние върху изчисления тренд (статистически значим със стойност от 67,9 mm /десетилетие). Но като цяло тенденцията в тази част на България е към увеличение на годишните валежни суми с темп, който е по-нисък от показания на фиг. 6. Годишният брой на дни с валежи от всякакъв вид (табл. 2) в района е около 95 (122 за периода 1931–1985 г.). Това е статистически значимо намаление с близо 22 %. Най-много дни с валежи има през януари (11,3), като след това те се понижават до м. август, когато е минимумът (4,6). В сравнение с по-стария период стойностите през януари са почти същите, но през август се наблюдава статистически значим спад с 3,4 дена. Също така минимумът в броя дни с валежи в периода 1931–1985 г. е през септември. Слабо изразен вторичен максимум в последния 30-годишен период се наблюдава през май, докато в по-стария период това е бил главният максимум. Като цяло се налага изводът, че при запазени общи суми на валежите и намален брой дни с валежи, интензивността и количеството на всеки отделен валеж се увеличава. По този начин е увеличена и опасността от наводнения в района. Тази тенденция е особено силно изразена през пролетта и лятото. Подобни тенденции са установени и за западната част на Долнодунавската низина (N o j a r o v, 2014). Средната продължителност на максималния безвалежен период в района е 27 дена. Най-често той се случва през месеците от юли до септември. Максималните граници на случване покриват периода от началото на март до средата на ноември. Най-продължителният безвалежен период е през 2011 г. – от 12.08. до 07.10. (общо 57 дена).

Т а б л и ц а 2

Брой дни валежи от всякакъв вид за периода 1984 – 2013 г.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годишно
Кълъраш	11,3	9,0	9,3	8,4	8,6	7,4	5,7	4,6	6,1	6,6	8,3	10,8	95,4

Индексът на де Мартон показва степента на засушаване в даден район. Той може да се изчисли както на месечна, така и на годишна база. Когато стойностите му са под 20 се приема, че има засушаване. В района годишният индекс за периода 1984–2013 г. е 22,4, което е малко над критичната граница. Сравнението с индекса (23,2), представен в предишния план за управление (период 1931–1973 г.) показва, че има слабо намаление. Това се дължи на повишението на средногодишната температура. При месечните стойности само два месеца могат да се характеризират като засушливи – юли (17,3) и август (14,5). Месец май също има стойност, приближаваща се до критичната (20,7). Трендът в годишните стойности на индекса на де Мартон за периода 1984–2013 г. е показан на фиг. 7, от която се вижда, че има увеличение, което означава, че рискът от засушавания през последните 30 години намалява. Това е свързано с увеличаващите се валежни суми.

Снежна покривка в района може да се образува в периода от ноември до април. Средната дата на образуване на първата снежна покривка в Силистра е 13.12., а средната дата на стопяване на последната снежна покривка е 06.03. Между тези дати обаче снежната покривка не е постоянна и се стопява многократно. Данните от Климатичния справочник на НР България, т.2 (1979) показват, че в ст. Силистра за периода 1931–1970 г. средната дата на образуване на първата снежна покривка е била 13.12., а средната дата на стопяване на послед-



Фиг. 7. Ход и тренд на Индекса на де Мартон за периода 1984–2013 г.

ната – 07.03. Вижда се, че между двата изследвани периода почти няма разлика при този показател. Годишният брой дни със снежна покривка е около 41, а в предишния период е бил 39 – т.е. и тук не се наблюдава съществена разлика. Най-много дни със снежна покривка се наблюдават през декември (8,4), януари (16,2) и февруари (11,4). Дори и през зимата само 40 % от дните са със снежна покривка. В по-стария период съответните стойности са 7 дена за декември, 18 за януари и 12 за февруари, като различията спрямо последното 30-летие отново не са съществени. Средната дебелина на снежната покривка през месеците, в които я има, е 4,4 cm. Най-голяма дебелина се наблюдава през януари (9,6 cm) и февруари (9,2 cm).

Средногодишният брой дни с мъгла в района се движи от 27 в Силистра до 37 в Кълъраш. Местните физикогеографски условия оказват влияние за съществената разлика между двете станции. През есента и зимата поради по-ниското разположение в Кълъраш се наблюдават повече дни с мъгла. Данните от Климатичния справочник на НР България, т.2 (1979), които покриват периода 1931–1970 г. показват, че в Силистра броят дни с мъгла е бил 23,5 годишно. Има леко увеличение на този показател през последните години, но то не е статистически значимо. Вътрешногодишният ход на броя дни с мъгла следва хода на температурата на въздуха. Най-много такива дни има през януари (7,7 в Кълъраш и 6,4 в Силистра). Високи са стойностите също така и през декември (7,3 в Кълъраш и 6,2 в Силистра) и ноември (7 в Кълъраш и 5,6 в Силистра). С раздвижването на атмосферата и повишението на температурата на въздуха през пролетта и лятото броят на дни с мъгла постепенно спада и достига своя минимум през юли (0,3 и в двете станции). След това следва отново плавно покачване.

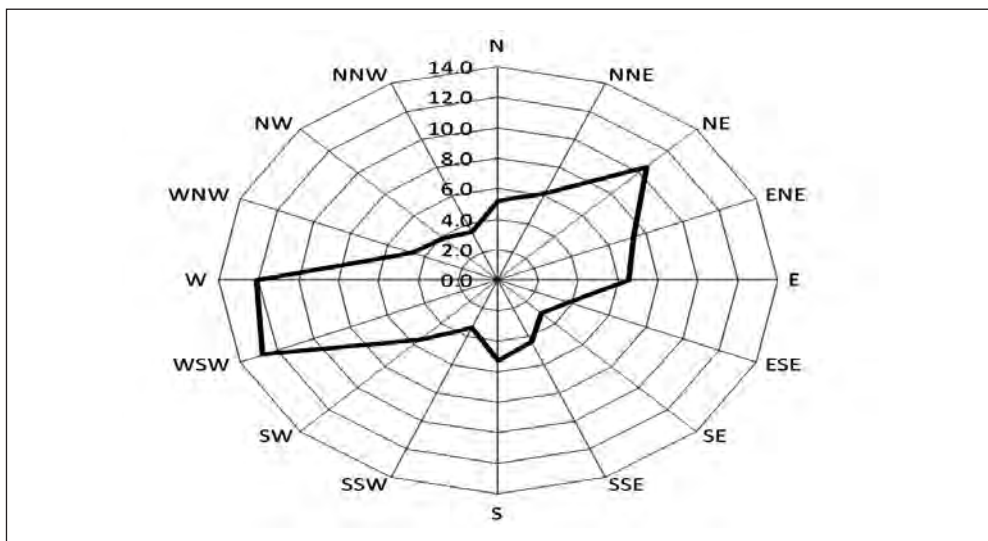
Средногодишната относителна влажност на въздуха (период 1999–2013 г.) в района е от 68 % в Кълъраш до 73 % в Силистра (табл. 3). Максимумът в годишния ход на относителната влажност е през декември (85 % в Силистра и 84 % в Кълъраш), а минимумът – през юли и август (съответно 65 % и 56 %). Вижда се, че летните стойности в Кълъраш са значително по-ниски, което се дължи на по-голямата отдалеченост на тази станция от р. Дунав. През есента и зимата стичането на по-студен въздух там увеличава стойностите на относителната влажност. Абсолютната влажност на въздуха има средногодишна стойност от 8,8 g/m³ в Силистра и 7,8 g/m³ в Кълъраш. Вътрешногодишното разпределение следва хода на температурата на въздуха, тъй като по-топлият въздух съдържа повече водна пара и обратното. Съответно максималните стойности се достигат през юли (14,5 g/m³ в Силистра и 12,5 g/m³ в Кълъраш), а минимумът е през януари (съответно 4,1 g/m³ и 3,9 g/m³).

Т а б л и ц а 3

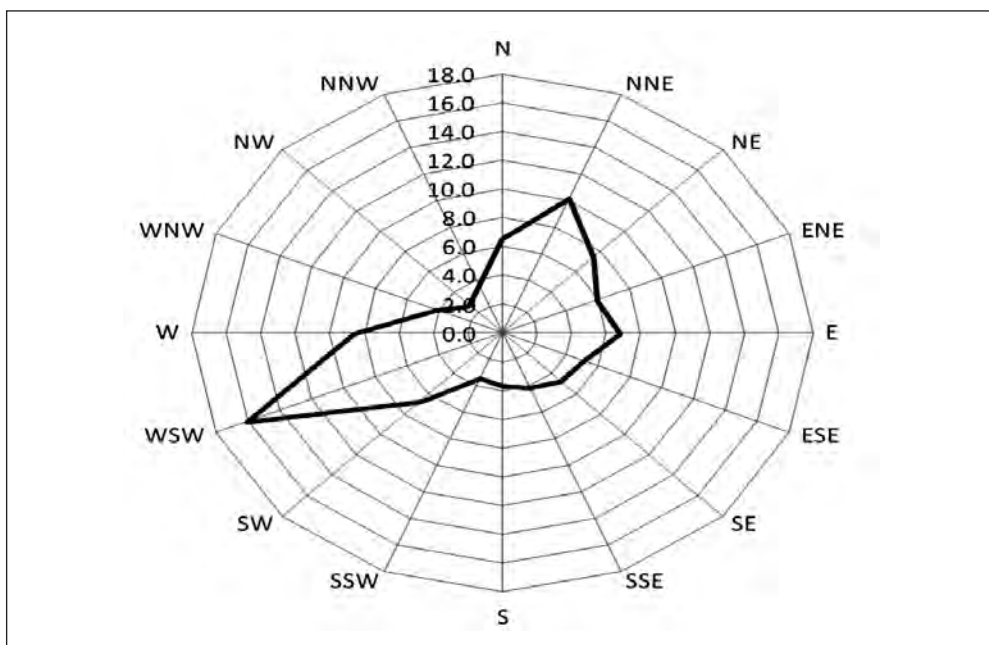
Относителна влажност за периода 1999–2013 г., изчислена по точката на оросяване

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годишно
Силистра	84	77	67	67	67	66	65	65	71	78	82	85	73
Кълъраш	84	77	67	61	60	59	56	56	63	74	80	84	68

Средногодишната скорост на вятъра в района е 2,5 m/s (и в двете изследвани станции). Максимумът в средната скорост на вятъра е през март (3,3 m/s в Силистра и 3,1 m/s в Кълъраш), а минимумът – през август (съответно 1,8 m/s и 2 m/s). Като цяло периодът юни–ноември има по-ниски стойности на скоростта на вятъра. Средногодишната максимална скорост на вятъра е 5,3 m/s в Силистра и 4,9 m/s в Кълъраш. И при този показател най-високи стойности се достигат през март (съответно 6,9 m/s и 5,7 m/s), а най-ниските са през август (4,6 m/s в Силистра и 4,3 m/s в Кълъраш). Като цяло районът на Силистра е малко по-ветровит от този около Кълъраш, като тази тенденция е по-ясно изразена през зимата. Това се отразява и на температурите на въздуха, относителната влажност и броят мъгли през този сезон. Средната скорост на вятъра в Силистра според Климатичния справочник на НР България, т.4 (1982) за периода 1931–1970 г. е 2,7 m/s. Спадът от 0,2 m/s при такъв сравнително устойчив елемент се оказва статистически значим., т.е. може да се направи изводът, че през последните години има намаление на средната скорост на вятъра в района. Розите на вятъра (по 16 посоки, на годишна база) за станции Силистра и Кълъраш са показани съответно на фиг. 8 и 9. Вижда се, че преобладаващият вятър има WSW до W посока, т.е. преобладава западният вятър и в двете станции. На второ място по честота и много добре изразена е посоката NE в Силистра и NNE в Кълъраш. Сравнението между двете станции показва голямо сходство, което дава основания да се счита, че тези две посоки отразяват коректно атмосферните процеси и не са повлияни от местните физикогеографски условия. Данните за предишния период (1931–1970 г.) показват, че в ст. Силистра с най-голяма честота са югозападните ветрове, следвани от североизточните, т.е. през последните години не е настъпила съществена промяна в посоките на преобладаващите ветрове в района.



Фиг. 8. Роза на вятъра по 16 посоки (честота в %) в ст. Силистра за периода 1999–2013 г.



Фиг. 9. Роза на вятъра по 16 посоки (честота в %) в ст. Кълъраш за периода 1999–2013 г.

Средногодишната обща облачност по сателитни данни за периода 1984–2007 г. е 6,2 десети (табл. 4). Данните за ст. Силистра за периода 1931–1970 г. в Климатичния справочник на НР България, т.2 (1979) сочат средногодишна обща облачност от 5,2. Разликата от 1 десета е много съществена и вероятно се дължи на начина на измерване, а не на някакви естествени процеси в атмосферата. И дори и да има някакви тенденции в количеството обща облачност, те не могат да бъдат открити по обективен начин. Тази съществена разлика вероятно влияе и върху данните за различните радиационни потоци, както вече беше споменато по-горе. Може да се приеме, че сателитните данни отразяват по един обективен начин общата облачност и са добра основа за изследвания.

Т а б л и ц а 4

Обща облачност по сателитни данни за периода 1984–2007 г.

Квадрат	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годишно
44-45°N и 27-28°E	6,7	6,9	7,2	6,9	6,3	5,7	4,6	4,5	5,3	6,0	6,7	7,0	6,2

За периода 1984-2007 г. не се наблюдава някакъв съществен тренд. Основният максимум в годишния ход на облачността е през март (7,2). Има и втори максимум, който е през декември (7). Като цяло периодът ноември–април е

с повишени стойности на общата облачност. Минимумът в облачността е през август (4,5), като и през м. юли също се наблюдава много близка стойност (4,6). Данните от наземните наблюдения върху облачността за периода 1931–1970 г. показват малко по-различен годишен ход с един максимум през декември и един минимум през август, като липсва мартенският максимум. Сравнението между двете редици показва, че най-големите разлики в двата начина на измерване са в периода април–октомври, т.е. през топлото полугодие. Тогава облаците имат предимно „точков“ характер на проявление, което явно затруднява обективното определяне на тяхното количество.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Късовълновите радиационни потоци в изследвания район показват едно нетно увеличение на постъпващата към земната повърхност радиация от $5,2 \text{ W/m}^2$ годишно за периода 1984–2007 г. Това се дължи основно на намаление на албедото на земната повърхност и съответно на отразената късовълнова радиация, което от своя страна говори за определени промени в земното покритие, най-осезаеми в периода юли–октомври. Съответно този процес води и до по-голямо нагряване на земната повърхност, повишаване на нейната температура и повишаване на излъчването в дълговълновия спектър. Това води и до повишение на приземната температура, защото земното излъчване определя около 90 % от измерваната температура на въздуха на височина 2 m. Радиационният баланс също се покачва, макар и със статистически незначима стойност. Сравнението между различните периоди показва, че средногодишната температура на въздуха в района се е покачила значимо през последните около 50 години с $0,7 \text{ }^\circ\text{C}$. По-голямо покачване се наблюдава при минималните температури и през зимата. Съществуват и сериозни регионални различия, дължащи се на местните форми на релефа и на конкретното разположение на метеорологичните станции. Станция Кълъраш, която е разположена по-ниско, има по-ниска средногодишна температура на въздуха от ст. Силистра, като разликата е особено изразена през есента и зимата.

Годишната сума на валежите в изследвания район почти не се изменя темпорално и пространствено. Намалява обаче броят дни с валежи, което означава по-големи количества на един валеж и съответно по-голяма опасност от наводнения. Също така през последните 30 години се е променил годишният ход на валежите, който вече има по три максимума и минимума. Някои от минимумите са станали максимуми и обратното. Това говори за сериозна реорганизация на циркулацията над района. Тя не води до промяна в посоката на вятъра, но средната му скорост спада съществено. Местните физикогеографски условия оказват влияние освен върху температурата на въздуха, също и върху относителната влажност, максималната скорост на вятъра и броя дни с мъгла.

Основен резултат от това изследване е и изясняване на количеството обща облачност и нейният годишен ход, базирайки се на обективни данни. Този елемент на климата е тясно свързан с циркулацията и има основно влияние върху различните радиационни потоци към и от земната повърхност.

ЛИТЕРАТУРА

- Велев, Ст. 1990. Климатът на България. Изд. „Народна просвета“, С.
- Димитров, Д. 1968. Климатология на България. Изд. „Наука и изкуство“, С.
- Дойков, В. 1965. Лудогорие. Изд. „Наука и изкуство“, С.
- Железов, Г. 2007. Природна география на Добруджа и Лудогорието. Изд. „Ковачев“, Силистра.
- Иширков, А. 1918. Физическа география на Добруджа. Сб. Добруджа, С.
- Киров, К. 1929. Климатична скица на България. – В: Сб. БАН, т. XXV.
- Киров, К., М. Кючукова. 1955. Климатично райониране на България по комплексни показатели. – Трудове на ХМС, т. IV.
- Лингова, Ст. 1981. Радиационен и светлинен режим на България. БАН, С.
- Маринов, Хр., К. Мишев, Вл. Попов. 1953. Добруджа. Географска характеристика, Изд. „Наука и Изкуство“, С.
- Маринов, Хр., Д. Йорданов. 1959. Дунавска равнина, С.
- Станев, Св., М. Кючукова, Ст. Лингова. 1991. Климатът на България. БАН, ИМХ.
- Събев, Л., Св. Станев. 1959. Климатичните райони на България и техният климат. – Трудове на ИХМ, т. V.
- Топлийски, Д. 2006. Климат на България. Фондация „Амстел“, С.
- Хибаум, Г., Т. Мичев, В. Василев, Й. Узунев. 2000. План за управление на биосферен резерват „Сребърна“. БАН, ЦЛОЕ.
- х х х Климатичен справочник на НР България. Изд. „Наука и изкуство“, С., т. 2 – 1979 г., т. 3 – 1983 г., т. 4 – 1982, т. 5 – 1990 г.
- Nojarov, P. 2014. Precipitation-related hazards in Vidin-Nikopol Danube floodplain sector – current state and tendencies. Проблеми на географията, 1–2: 137–152.
- Wilks, D. 2006. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. Volume 91, Second Edition (International Geophysics), Elsevier.
- х х х The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. 1996. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–470.

НИГТГ – БАН
pnojarov@abv.bg

CLIMATE OF LOWER DANUBE PLAIN IN THE REGION OF SREBARNA-SILISTRA-CALARASI

P. Nojarov

(S u m m a r y)

Characterization of climate of the region was made using data for the last 30-year period (1984–2013) from two meteorological stations - Silistra and Calarasi. Satellite data for different radiation fluxes (shortwave and longwave) and cloudiness were also used. Main research methods are statistical. Shortwave radiation fluxes in the study area show a net increase of 5.2 W/m² per year of incoming to the surface radiation for the period from 1984 to 2007. This is due to a decrease of the albedo

(most significantly in the period July-October) of the Earth's surface and therefore of reflected shortwave radiation. This process leads to increased heating of the surface, thus increasing its temperature, increasing long-wave radiation fluxes and increasing near surface air temperature. Radiation budget is increasing also, although with statistically insignificant value. Comparison between different periods shows that mean air temperature in the region has increased significantly over the past 50 years with 0.7°C. A greater increase was observed in minimum temperatures and in winter. There are significant regional differences due to local relief forms and specific location of meteorological stations. Calarasi station, which is located at lower altitude, has lower mean annual air temperature compared to Silistra station, the difference being particularly pronounced in autumn and winter. Annual precipitation amount in the study area practically does not vary temporally and spatially. However, the number of days with precipitation decreases, which means larger amounts per one precipitation event and therefore a greater flood risk. Also the annual course of precipitation has changed in the last 30 years, having recently three maxima and minima. This indicates a serious reorganization of circulation over the area. It does not lead to a change in wind direction, but its average speed has dropped significantly. Local physico-geographical conditions affect besides air temperature, also relative humidity, maximum wind speed and number of days with fog. Another main result of this study is clarifying the amount of total cloudiness and its annual course.